

Lasitetutkimus

Kirjava lasite

Leena Nurmi
Materiaalitutkimus
Muotoilun koulutusohjelma
Muotoilun laitos
Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Aalto-yliopisto
26.3.2017

Kirjava lasite

Tutkimuksen tarkoituksena oli kehittää aiemmassa keramiikan lasitetutkimuksessa löydettyä lasitetta.

Tämä lasite oli paksuna kerroksena vaakatasoisella pinnalla kaunis sinisen ja vaaleanpunaisen kirjava, kun se poltettiin kaasu-uunissa pelkistävässä poltossa. Ohuempana lasite oli lähinnä kellertävä.

Kolmiulotteisessa astiamuodossa kokeiltuna lasite käyttäyi arvaamattomasti ja teki pelkistävässä poltossa yleensä kellertävän pinnan, ja etenkin astian sisäpinnalla oli vihreitä ja pinkkejä alueita. Myös sähköuunin hapettavassa poltossa lasite oli mintunvihreän sijaan läpinäkyvä, jossa oli paikoitellen vihreää. Ongelma johtui todennäköisimmin lasitteessa käytetyn kuparioksidin painosta.

Lasitetutkimuksessa lähdettiin ratkaisemaan ongelmaa lisäämällä lasitteen viskositeettia kolmella eri tavalla. Kuparioksidi vaihdettiin kuparikarbonaattiin, joka on hieman kevyempää. Ensimmäiseen sarjaan lisättiin titaanioksidia (TiO_2). Toisessa sarjassa lisättiin kaoliinin määrää, koska sen sisältämä alumiini (Al_2O_3) lisää lasitteen viskositeettia. Kolmannessa sarjassa vähennettiin liidun määrää, koska sen sisältämä kalsium (CaO) vähentää lasitteen viskositeettia. Lasitetutkimus suoritettiin käyttämällä koepaloina pieniä valettuja kuppeja. Kuppeja tehtiin kolme erää, joista kaksi poltettiin kaasu-uunissa pelkistävässä poltossa kahdessa eri lämpötilassa ja yksi erä poltettiin sähköuunissa. Näin voitiin verrata tuloksia keskenään.

Pelkistävässä kaasupoltossa poltetuissa paloissa kuparioksidi ei pelkistynyt kunnolla, joten sen väri jäi vihertäväksi. Tämä vaikeutti tulosten tulkintaa. Ensimmäisessä sarjassa eli titaanioksidia lisätessä lasitteen väri muuttui kaikissa poltoissa eniten kellertävään ja kuparioksidin kohdasta vihreä väri alkoi hävitä lähes kokonaan varsinkin kaasupoltossa. Toisessa sarjassa eli kaoliinia lisätessä vihreä värisävy säilyi parhaiten. Kolmannessa sarjassa eli liidun määrää vähentäessä vihreä väri alkoi hävitä mutta vain pelkistävässä poltossa. Kaikissa lasitteissa väri taittuu hieman kellertävään kaasupoltossa, sähköuunissa poltetuissa vain ensimmäisessä sarjassa.

Sisällys

Kirjava lasite.....	1
1. Johdanto	4
2. Aiempi lasitetutkimus violetista lasitteesta	4
3. Tutkimuksen jatkaminen	7
4. Reseptit.....	8
4.1 Lasitteen väri ja oksidit	8
5. Menetelmä	9
6. Tulokset	9
7. Lähteet.....	12

1. Johdanto

Lasitetutkimuksen tarkoituksena oli kehittää aiemmassa lasitetutkimuksessa löydettyä lasitetta eteenpäin. Aiemmassa lasitetutkimuksessa löytynyt lasite on vaakasuunnassa kaasuuunissa pelkistävässä poltossa korkeassa lämpötilassa poltetulla koepalalla kahdesti lasitteeseen kastetussa päässä kaunis sinisen ja vaaleanpunaisen kirjava (kuva 4). Ohuempana lasite on lähinnä kellertävä. Kun lasitetta kokeili astiaan, se oli hyvin arvaamaton, eikä samaa väriä tullut astian pintaan vaan lasite teki pelkistävässä poltossa yleensä kellertävän pinnan, ja etenkin astian sisällä oli vihreitä ja pinkkejä laikkuja (kuva 5). Myös sähköuunissa poltettuna lasite oli koepalan mintunvihreän sijasta astian pinnalla läpinäkyvä, jossa oli paikoitellen vihreää. Ongelma johtui siis osittain painavasta kuparioksidista.

Lasitetutkimuksessa lähdettiin ratkaisemaan ongelmaa lisäämällä lasitteen viskositeettia kolmella eri tavalla. Kuparioksidi vaihdettiin myös kuparikarbonaattiin, joka on hieman kevyempää. Lasitetutkimus suoritettiin käyttämällä koepaloina pieniä valettuja kuppeja. Kuppeja tehtiin kolme erää, joista kaksi poltettiin kaasuuunissa pelkistävässä poltossa kahdessa eri lämpötilassa ja yksi erä poltettiin sähköuunissa kuten edellisessäkin tutkimuksessa. Näin voitiin verrata tuloksia keskenään.

2. Aiempi lasitetutkimus violetista lasitteesta

Materiaali- ja valmistusteknologiat kurssilla jokainen oppilas teki itseään kiinnostavasta aiheesta lasitetutkimuksen. Itse valitsin violetin lasitteen koska en ole niitä aiemmin käyttänyt ja niitä on hyvin harvoin tullut nähtyä keramiikassa. Violettiä väriä ei lasitteeseen saa vain yhdellä metallioksidilla vaan siihen tarvitaan yhdistelmä eri metallioksideoita. Tämä saattaa selittää värin harvinaisuutta. Violetille lasitteelle ei ole yhtä tiettyä lasitepohjaa vaan väri voidaan saavuttaa monella eri tavalla. John Brittin (2014) mukaan violetit lasitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään. Matat magnesiumiin perustuvat lasitteet ovat opaaleja eli läpinäkyvättömiä ja väri vaihtelee laventelistä vaaleaan violettiin. Kiiltävät violetit lasitteet on tehty kuparin punaisista lasiteresepteistä lisäämällä niihin kobolttioksidia CoO . Lisäksi on nikkeliin perustuvia violetteja lasitteita, jotka ovat helposti hyvin hankalia koska ne ovat helposti todella valuvia, eivätkä Brittin (2014) mukaan ole violetteja kuin vaakapinnalla. Pystypinnalla lasitteista tulee rusehtavia. (Britt 2004, 114-116)

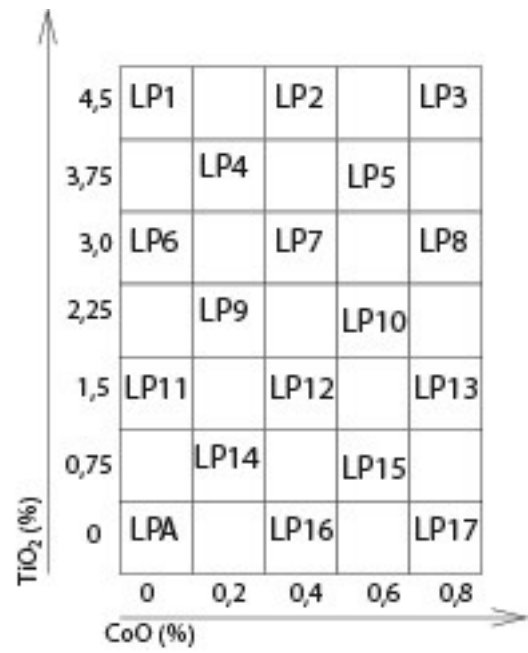
Valitsin Materiaali- ja valmistusteknologiat kurssilla lasitekokeeseen lähtölasitteeksi kiiltävän violetin lasitteen, joka oli yhdistelmä John Brittin (2014) kirjassa esiteltyjä lasitteita Purple Haze ja Tin Purple. Erilaisia violetin sävyjä lähdettiin hakemaan muuttamalla titaanioksidin TiO_2 ja kobolttioksidin CoO määrää. Lasite vaatii pelkistävän polton, jotta violetti väri tulee esiin. Koepalat poltettiin kaasuuunissa pelkistävässä poltossa kahdessa lämpötilassa sekä vertailun vuoksi yksi erä sähköuunissa. (Britt 2004, 115)

Lähtölasite :

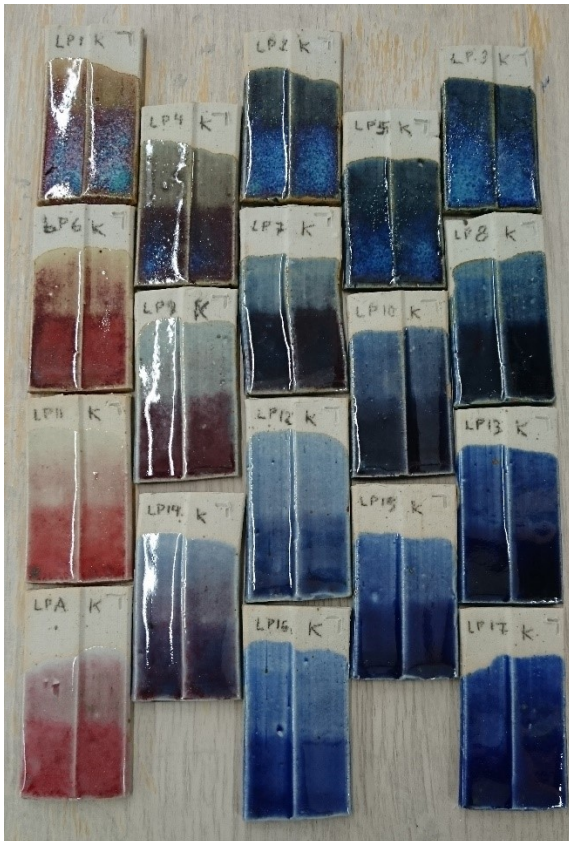
14% Kaoliini
 24% Maasälpä
 24% Liitu
 34% Kvartsi
 2% Boorifritti
 2% Sinkkioksidi

+

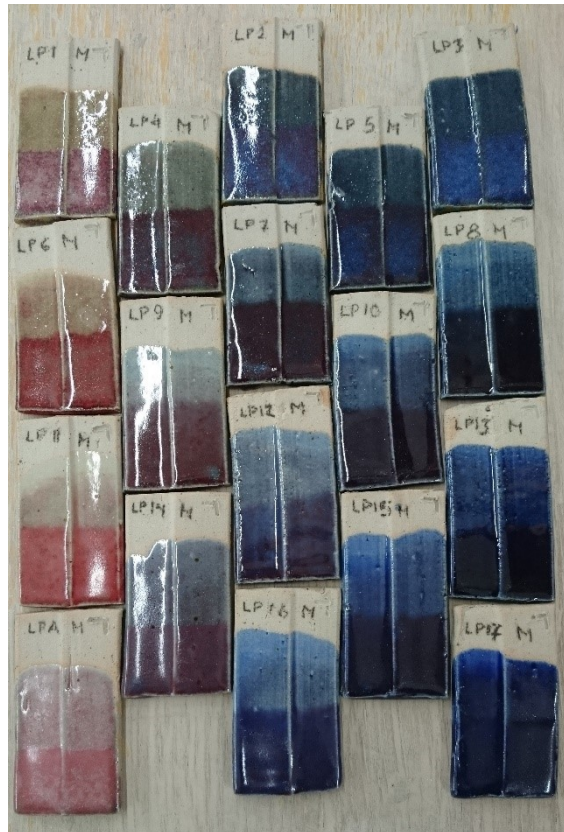
2% SnO
 2% CuO



Taulukko 1. Tinaoksidin ja kobolttioksidin lisäykset, lähtölasite merkitty LPA

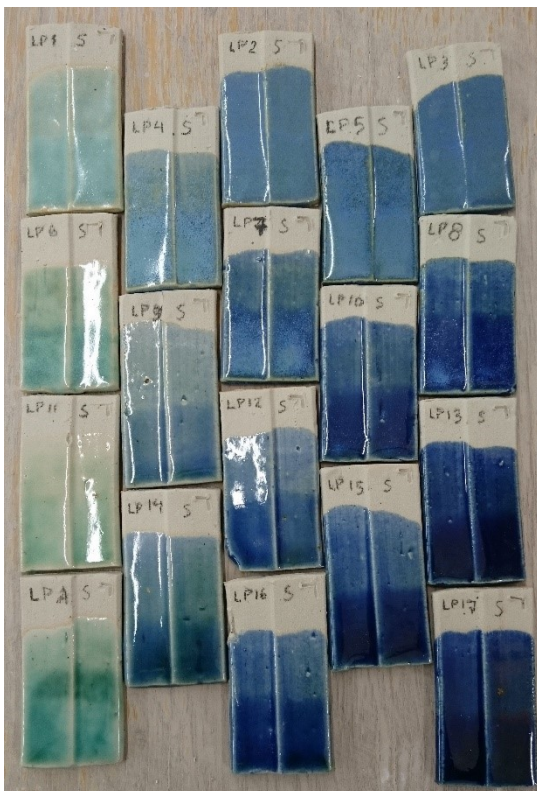


Kuva 1. Kaasu-uunissa 1260°C poltetut koepalat



Kuva 2. Kaasu-uunissa 1230°C poltetut koepalat

Kaasu-uunissa lasitteista löytyi punertavia, violetteja ja erilaisia sinisiä (kuva1 ja 2). Värisävy riippui pääasiassa CoO määrästä. TiO₂ lisääminen teki lasitteesta kirjavan. Erityisen kiinnostava tulos tuli LP1 lasitteesta, johon on lisätty 4,5 % TiO₂ eikä ollenkaan CoO. Sähköuunissa 1280°C poltetuista lasitteista tuli turkooseja ja sinisiä (kuva 3)



Erityisen kiinnostava ja yllättävä tulos tuli LP1 lasitteesta paksuna kerroksena kuumemmalla tasolla kaasu-uunissa poltettuna. Koepaloissa alapuoli on kastettu kahteen kertaan eli lasite on niissä kohdissa paksu. Kokeilin lasitetta dreijattuihin kulhoihin, joissa lasitteesta tulikin aivan eri näköinen. Lasitin esineet kastamalla ne lasitteeseen. Lasite käyttäytyi pystyllä pinnalla aivan eri tavalla kuin vaakasuunnassa poltetulla koepalalla. Ongelmaksi muodostui myös painavan kuparioksidin CuO epätasainen leviäminen esineen pinnalle, sillä se painavana kerääntyi kastettaessa kulhon sisäpuolelle kastettaessa alaspäin olevaan kohtaan.

Kuva 3. Sähköuunissa 1260°C poltetut koepalat



3. Tutkimuksen jatkaminen

Päätin jatkaa tutkimusta lasitteesta LP1. Ongelmana lasitteen kanssa esineen pinnalla on sen arvaamattomuus ja epätasainen väri (kuva 5). Tavoitteena oli saada lasitteesta saman näköinen pystyllä pinnalla kuin se on vaakasuunnassa poltettuna (kuva 4). Tätä lähdettiin hakemaan muuttamalla lasitteen viskositeettia. "Viskositeetilla tarkoitetaan aineen, useimmiten nesteen, sisäistä kitkaa ulkoista voimaa vastaan." (Jylhä-Vuorio 2002, 126) Korkean viskositeetin omaavat nesteet ovat huonosti juoksevia eli jäykkiä. Viskositeettia voidaan lasitteeseen lisätä lisäämällä alumiinioksidia Al_2O_3 , jota saadaan esimerkiksi kaoliinista, jota lisättiin ensimmäisen sarjan lasitteisiin. Kalsiumoksidi CaO puolestaan vähentää lasitesulan viskositeettia korkeissa lämpötiloissa. Kalsiumoksidia on tässä lasitteessa liidussa, joten toisessa koesarjassa vähennettiin liitua. Kolmannessa koesarjassa lisättiin titaanioksidin määrää. (Jylhä-Vuorio 2002, 114 ja 126)

Kuva 4. Lähikuva LP1-lasitteen 1260°C kaasuuunissa poltetusta koepalasta



Kuva 5. Lasite LP1 1260°C kaasuuunissa poltetuissa astioissa

4. Reseptit

Lasitetutkimuksen lähtölasitteessa vaihdettiin kuparioksidi CuO hieman kevyempään kuparikarbonaattiin CuCO_3 . Kuparin paino on ongelma lietevaiheessa, jolloin painava kupari saostuu helposti seoksen pohjaan eikä ole homogeenisesti seoksessa. Kuparikarbonaatti ja kuparioksidi käyttäytyvät polton loppuvaiheessa samalla tavalla, joten lopputuloksen kannalta ei ole merkitystä, kumpaa käyttää. Kuparikarbonaattia pitää lisätä lasitteeseen puolet enemmän kuin kuparioksidia, jotta kuparin määrä olisi sama. (Jylhä-Vuorio 2002, 161-162)

Lähtölasite:

14% Kaoliini
24% Maasälpä
24% Liitu
34% Kvartsi
2% Boorifritti
2% Sinkkioksidi

+

2% SnO
2% CuO
4,5% TiO_2 tai rutiili

Koesarjoja tehtiin kolme. Ensimmäisessä sarjassa lisättiin titaanioksidia, toisessa lisättiin kaoliinia ja kolmannessa vähennettiin liidun määrää. Muut ainesosat pysyivät samoina.

	1	2	3	4
Sarja 1: TiO_2 tai rutiili	6	8	10	12
Sarja 2: kaoliini	16	28	20	25
Sarja 3: liitu	22	20	18	16

Taulukko 2. Lasitteisiin lisätyt ja vähennetyt aineet ja niiden osuus laitteissa prosentteina

4.1 Lasitteen väri ja oksidit

Kuparioksidi on monipuolinen värin muodostaja. Sähköuunissa kupari muodostaa yleensä vihreän tai turkoosin värin. Kuparioksidi muuttuu pelkistävässä poltossa osittain tai kokonaan puhtaaksi kupariksi, joka ei liukene lasitteeseen vaan jää sen sekaan punaiseksi kolloidipigmentiksi. (Jylhä-Vuorio 2002, 161-162)

Tinaoksidia käytetään pääasiassa opalisoimaan lasitteita. Se myös parantaa kuparioksidin muodostamaa punaista väriä pelkistävässä poltossa. Se myös parantaa kiiltävien lasitteiden pinnan laatua. (Jylhä-Vuorio 2002, 167)

Titaanioksidia käytetään opalisoijana, mutta se helposti värjäytyy kellertäväksi. Kuparioksidi muuttuu titaanioksidin vaikutuksesta sinisen sävyiseksi. Tämän näkee selvästi esimerkiksi aiemmin tekemäni lasitetutkimuksen tuloksissa, etenkin sähköuunissa poltetuissa koepaloissa, joissa ei ole kobolttioksidia. Titaanioksidi tuo myös tutkittavaan lasitteeseen sen kirjavuuden. (Jylhä-Vuorio 2002, 169) (Britt 2004, 116)

5. Menetelmä

Koepaloina käytettiin valettuja, pieniä kuppeja. Valumassan annettiin olla muoteissa viisi minuuttia ennen kaatamista pois. Raakapolton jälkeen koepalat lasitettiin kastamalla. Puolet kupista kastettiin lasitteeseen kahteen kertaan, jotta näkisi eron paksumman ja ohuemman lasitteen välillä. Aiemman lasitetutkimuksen perusteella tiedettiin, että lasitteen pitää olla paksu, joten jo ensimmäisestä lasitekerroksesta tehtiin kohtuullisen paksu.

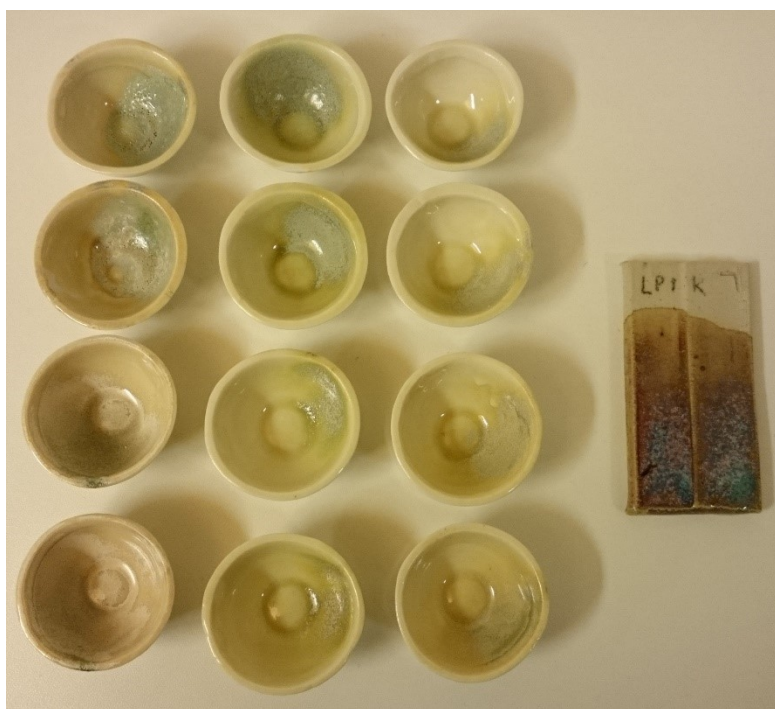
Lasitteita valmistettiin kuiva-aineina 100 g, johon lisättiin tai vähennettiin sarjan mukaan tietty ainesosa. Lopulta kuiva-aineita ei siis ollut tasan 100 g vaan 1,5-11 g enemmän tai vähemmän. Koepaloja tehtiin kolminkertainen määrä lasitteisiin nähden. Kaksi erää koepaloista poltettiin pelkistävässä poltossa kaasuuunissa, toinen 1260°C ja toinen 1230°C. Vertailun vuoksi yksi erä poltettiin sähköuunissa 1260°C.

6. Tulokset

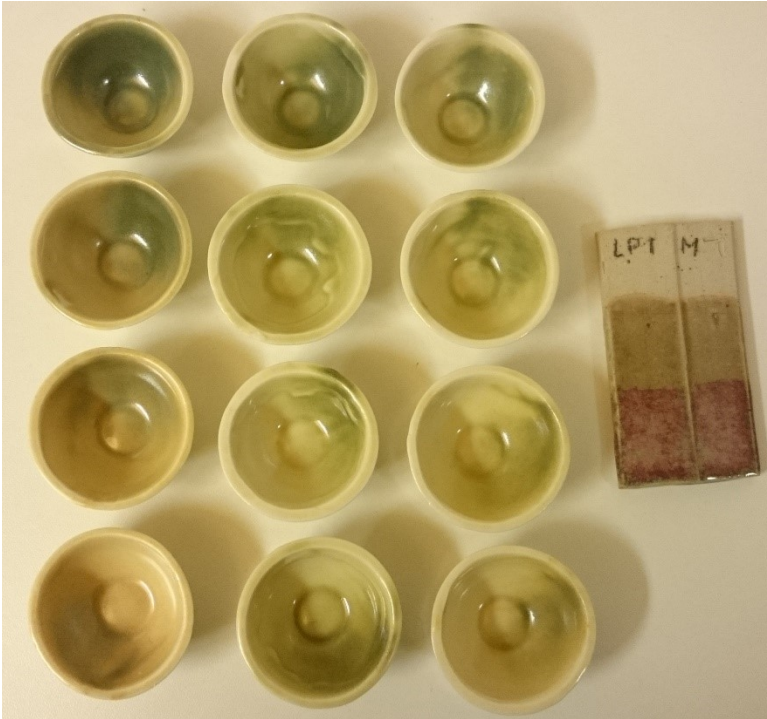
Kaasu-uunilla polttaminen ei ole yhtä helposti säädeltävää kuin sähköuunilla, joten tulokset saattavat toisinaan yllättää. Niin kävi nytkin. Kupari ei hapettunut kunnolla vaan jäi vihertäväksi punaisen värin sijaan. Täysin siis tuloksia ei pysty tulkitsemaan koska väri jäi puuttumaan. Selvästi tuloksissa edelleen näkyy kuparin kerääntyminen kupin siihen sisäreunaan, joka on ollut lasitteeseen kastettaessa alaspäin.

Ensimmäisessä sarjassa eli titaanioksidia lisätessä lasitteen väri muuttuu kaikissa poltoissa eniten kellertävään ja kuparioksidin kohdasta alkaa hävitä vihreä väri varsinkin kaasupoltossa lähes kokonaan. Kolmannessa sarjassa liitua vähentäessä vihreä väri alkaa myös hävitä mutta vain pelkistävässä poltossa. Toisessa sarjassa eli kaoliinia lisätessä pysyy sama väri parhaiten. Kaikissa lasitteissa väri taittuu hieman kellertävään kaasupoltossa, sähköuunissa poltetuissa vain ensimmäisessä sarjassa.

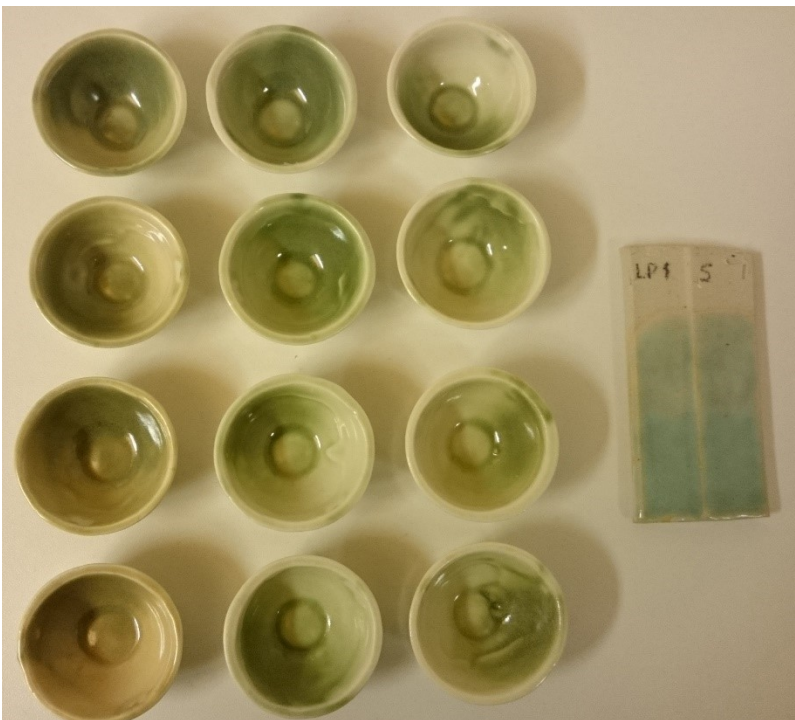
Kuvissa aiemman lasitetutkimuksen vastaavan polton ja lämpötilan koepala oikealla. Näin kuvista on helppo verrata lasitteiden värejä.



Kuva 6. Kaasu-uunissa 1260 °C poltetut koepalat



Kuva 7. Kaasu-uunissa 1230 °C poltetut koepalat



Kuva 8. Sähköuunissa 1260 °C poltetut koepalat

Kuparin kertymisen vain yhteen reunaan saisi luultavasti helpoiten estettyä ruiskuttamalla lasitteen, mutta silloin tarpeeksi paksun lasitepinnan saaminen saattaa olla ongelma. Tuloksia olisi helpompi tulkita hieman

isommista koepaloista. Tutkimusta voisi myös jatkaa kokeilemalla, paljonko viskositeettia saisi lisättyä esimerkiksi kaoliinia lisäämällä ilman, että väri muuttuisi radikaalisti. Kaasu-uunilla polton epävarmuutta saisi tutkimuksen kannalta pienennettyä polttamalla koepaloja useammassa eri poltossa mutta tämän tutkimuksen puitteissa sille ei ollut aikaa.

7. Lähteet

Britt, J. 2004. The Complete Guide to High-Fire Glazes. New York: Lark Books

Jylhä-Vuorio, H. 2002. Keramiikan materiaalit. Kuopio: Taitemia 20